

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-332793

(43)Date of publication of application : 30.11.2001

(51)Int.Cl.

H01S 3/139

H01S 3/225

(21)Application number : 2000-150874

(71)Applicant : KOMATSU LTD

(22)Date of filing : 23.05.2000

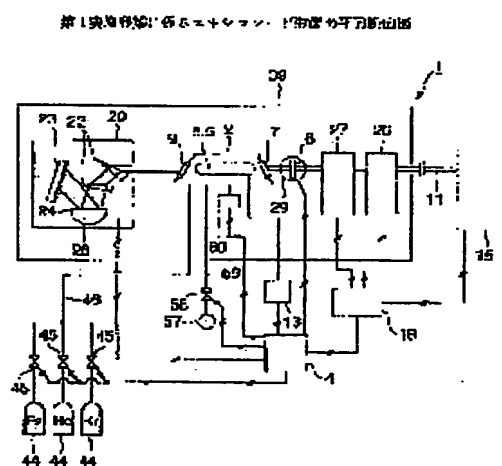
(72)Inventor : SAKANO KOICHI
NAKAIKE TAKANORI

(54) LASER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a laser in which good processing operation can be sustained by detecting disturbance of the beam characteristics constantly.

SOLUTION: The laser comprises a unit (26) for inspecting the beam characteristics of laser light (11) where the beam characteristics are at least one of beam profile and beam divergence, and means (17, 28, 29) for controlling the beam characteristics of laser light (11) to bring back within an allowable range. According to the arrangement, material processing can be carried out well using the laser light (11) as a light source.



1. レーザ器
11. レーザ光
23. ドーム型生体顕微鏡
27. 三重県立大

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Laser equipment characterized by having beam characteristic inspection equipment (26) which inspects the beam property of a laser beam (11).

[Claim 2] Laser equipment with which said beam property is characterized by being at least one of a beam profile and beam divergences in laser equipment according to claim 1.

[Claim 3] Laser equipment characterized by having the beam property control means (17, 28, 29) controlled in laser equipment according to claim 1 or 2 based on said inspection result to return the beam property of a laser beam (11) in tolerance.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to laser equipment equipped with the test equipment which inspects the beam property of a laser beam.

[0002]

[Description of the Prior Art] From the former, the test equipment which inspects the property of the laser beam oscillated from excimer laser equipment is known, for example, it is shown in JP,11-201869,A. Drawing 5 expresses the excimer laser equipment indicated by this official report.

[0003] In drawing 5, excimer laser equipment 1 is equipped with the laser case 39 which surrounds excimer laser equipment 1, and the laser chamber 2 which closed laser media, such as laser gas, to the interior, causes discharge inside the laser chamber 2, and oscillates a laser beam 11. The laser beam 11 oscillated from excimer laser equipment 1 is used as the light source for processing for carrying out incidence to the processing machines 15, such as a stepper, through reflective mirror 49 grade, for example, exposing the circuit pattern of a semi-conductor.

[0004] The monitoring device 27 established permanently ahead of the laser chamber 2 (method of drawing 5 Nakamigi) in the upper part of standing ways 50 and standing ways 50 is installed. The test equipment installation space 48 is formed ahead of the monitoring device 27, and the beam characteristic inspection equipment 26 which inspects a beam property can be attached now in this test equipment installation space 48 free [desorption]. The monitoring device 27 is equipped with the measuring instrument for measuring the monitor item which must always be supervised for the pulse energy which shows the energy for every pulse oscillation of a laser beam 11, the wavelength property which consists of the line breadth and the main wavelength of a laser beam 11. And he always measures these monitor items and is trying for a laser beam 11 to oscillate appropriately.

[0005] Moreover, beam characteristic inspection equipment 26 is equipped with the measuring instrument for measuring various beam properties, such as beam divergence which shows the angle of divergence and travelling direction of a beam profile or a beam which show the intensity distribution of the beam cross section of a laser beam 11. And when abnormalities occur in the time of the maintenance of routine inspection, repair, etc., or processing at the time of shipment of excimer laser equipment 1, this beam characteristic inspection equipment 26 is attached in the test equipment installation space 48, and inspection about said inspection item is conducted, for example.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, there is a problem which is described below in said conventional technique. That is, with high integration of a semi-conductor in recent years, the defect of processing may arise and it will be necessary to stabilize the beam property of a laser beam 11 still more correctly by slight turbulence of the beam profile of the laser beam 11 which is the light source for processing etc. However, he is trying to inspect a beam property conventionally only at the time of shipment and a maintenance. Therefore, when laser gas deteriorates, for example, or the laser chamber 2 is distorted with heat and a beam profile is confused during the oscillation of a laser beam 11, there is a problem that the turbulence is undetectable. Consequently, processing may be performed by the laser beam 11 to which the beam profile was confused, for example, a laser beam 11 may concentrate on a part of workpiece, and poor processing may occur. Moreover, processing may be performed by the laser beam 11 to which the beam divergence which shows the travelling direction and angle of divergence of a beam was confused. Thereby, the exposure location of the laser beam 11 to a workpiece may shift, and poor processing may occur.

[0007] This invention is made paying attention to the above-mentioned problem, always detects turbulence of a beam property, and aims at offering the possible laser equipment of keeping processing good.

[0008]

[Means for Solving the Problem and its Function and Effect] This invention is equipped with the beam characteristic inspection equipment which inspects the beam property of a laser beam in order to attain the above-mentioned purpose. Thereby, since a beam property can always be inspected at the time of the oscillation of a laser beam, it is not processed after the beam property has separated from tolerance, and generating of poor processing decreases.

[0009] Moreover, the beam property that beam characteristic inspection equipment inspects this invention has become at least one of a beam profile and beam divergences. That is, in case the beam profile which shows the two-dimensional intensity distribution of a laser beam, and the beam divergence which shows the travelling direction and angle of divergence perform processing which used the laser beam, it is one of the beam properties which contribute to processing most greatly. Therefore, it can judge correctly whether it is a condition for processing with the suitable beam property of a laser beam by inspecting at least these one side.

[0010] Moreover, this invention is equipped with the beam property control means controlled to return the beam property of a laser beam in tolerance based on the inspection result of beam characteristic inspection equipment. Therefore, even if a beam property separates from tolerance, it is possible to return this comparatively for a short time, without interrupting laser oscillation. Since a laser beam is oscillated in the beam property suitable thereby always for processing, while generating of poor processing decreases, the operating ratio of a processing machine improves.

[0011]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the operation gestalt concerning this invention is explained to a detail, referring to drawing. In addition, in an operation gestalt, the same sign is given to the same element as drawing used for explanation of said conventional technique, and duplication explanation is omitted.

[0012] First, the 1st operation gestalt is explained. Drawing 1 shows the sectional view of the excimer laser equipment concerning this operation gestalt. Excimer laser equipment 1 is equipped with the laser case 39 which surrounds excimer laser equipment 1, the laser chamber 2 which closed laser media, such as laser gas, to the interior, and the laser controller 4 which controls the oscillation of a laser beam 11 in drawing 1. The chemical cylinder 44 of the fluorine (F₂) diluted with neon (Ne), a krypton (Kr), and neon is connected to the laser chamber 2 through gas piping 46 for supply of laser gas, respectively. In the middle of gas piping 46, the electromagnetic gas bulb 45 which can be opened and closed freely was infixed based on directions of the laser controller 4 connected electrically, and supply of laser gas is controlled. Moreover, the pressure sensor 60 which transmits the signal based on the pressure in the laser chamber 2 to the laser controller 4 connected electrically is connected to the laser chamber 2. Moreover, the vacuum pump 57 is connected to the laser chamber 2 through the vacuum piping 59. Based on directions of the laser controller 4 connected electrically, the electromagnetic vacuum bulb 58 which can be opened and closed freely is infixed in the vacuum piping 59.

[0013] Inside the laser chamber 2, discharge electrodes 5 and 5 counter and are arranged at the space in drawing 1, and a perpendicular direction. Between this discharge electrode 5 and 5, it discharges by impressing the high voltage from a high voltage power supply 13 based on directions of the laser controller 4 connected electrically, a laser medium is excited, and a laser beam 11 is generated. Incidence of the generated laser beam 11 is carried out to the narrow-band-ized unit 20 arranged back (left in drawing 1). And beam width can be extended with the prism 22 arranged to the interior, and it is reflected by the wavelength mirror 24, and by the wavelength narrow-band-ized component of grating 23 grade, spectral band width is narrowed and main wavelength is stabilized (these are named generically and it is called narrow-band-ization). The wavelength mirror 24 is carried on the wavelength mirror stage 28. The wavelength mirror stage 28 is driven free [rotation] centering on a shaft perpendicular to the space in drawing 1 based on the output signal of the laser controller 4 connected electrically. This changes the include angle of the laser beam 11 which carries out incidence to a grating 23, and main wavelength is made controllable. Furthermore, the wavelength mirror stage 28 is driven free [rocking] focusing on the longitudinal direction in drawing 1 based on the output signal of the laser controller 4.

[0014] The narrow-band-ized laser beam 11 passes windows 7 and 9 and the front mirror 8, and they carry out outgoing radiation ahead [of the laser chamber 2]. At this time, the front mirror 8 is carried on the front mirror stage 29. The front mirror stage 29 is driven based on the output signal of the laser controller 4 connected electrically, and the include angle to the optical axis of a laser beam 11 of the front mirror 8 can be adjusted freely. The monitoring device 27 equipped with the power detection equipment which inspects the pulse energy with which the energy for every pulse oscillation of a laser beam 11 is expressed ahead of the laser chamber 2, and the wavelength test equipment which inspects the wavelength property which consists of the line breadth and the main wavelength of a laser beam 11 is installed. Beam characteristic inspection equipment 26 equipped with the profile test equipment which inspects the beam profile which furthermore expresses the intensity distribution of the beam cross section of a laser beam 11 ahead of a monitoring device 27, and the divergence test equipment which inspects the beam divergence showing the angle of divergence and travelling direction of a laser beam 11 is installed. Incidence of the laser beam 11 which carried out outgoing radiation of a monitoring device 27 and the beam characteristic inspection equipment 26 is carried out to the processing machine 15 through the optic which is not illustrated, and it serves as the light source for processing.

[0015] The block diagram of a monitoring device 27 is shown in drawing 2. The laser beam 11 which carried out incidence to the space in drawing 2 and a perpendicular from the near side at the monitoring device 27 has the part taken out by 1st beam splitter 12A. The taken-out laser beam 11 is divided into power detection equipment 40 and wavelength test equipment 30 by 2nd beam splitter 12B, and it inspects pulse energy and main wavelength, respectively. Power detection equipment 40 is equipped with the diffusion plate 47 and the power detector 41 which outputs the electrical signal according to the output of the inputted laser beam 11 to the inspection controller 16 connected electrically. The inspection controller 16 detects the pulse energy of a laser beam 11 based on the electrical signal which the power detector 41 outputs, and judges whether the value is normal.

[0016] Moreover, wavelength test equipment 30 is equipped with the wavelength detector 32 outputted to the inspection controller 16 which detects the radius of the condensed interference fringe, and by which the electrical signal based on this radius was electrically connected with the monitor etalon 33 which generates the interference fringe of the radius according to the main wavelength of a laser beam 11, and the projection lens 35 which projects this interference fringe on the wavelength detector 32. The inspection controller 16 detects the main wavelength of a laser beam 11 based on the electrical signal which the wavelength detector 32 outputs, and judges whether the value is normal. In addition, 49 are the reflective mirror 49 for changing the direction of a laser beam 11 among drawing 2 and following drawing 3. Furthermore, wavelength test equipment 30 is equipped with the light source which emits the criteria light of a mercury isotope lamp etc. by which wavelength was stabilized in known as the criteria light source 69 for main wavelength detection. Thereby, when the spectral characteristic of the monitor etalon 33 is changed in environments, such as temperature, the main wavelength of a laser beam 11 can be correctly detected by detecting the difference of the interference fringe of criteria light, and the interference fringe of a laser beam 11. A shutter 70 is arranged ahead of the criteria light source 70, and it is made to carry out incidence of either criteria light or the laser beam 11 to the monitor etalon 33.

[0017] The block diagram of beam characteristic inspection equipment 26 is shown in drawing 3. The laser beam 11 which carried out incidence to beam characteristic inspection equipment 26 has the part taken out by 1st beam splitter 12A. And the taken-out laser beam 11 is divided into profile test equipment 18 and divergence test equipment 19 by 2nd beam splitter 12B, and it inspects a beam profile and beam divergence here, respectively.

[0018] Profile test equipment 18 is equipped with the imprint lens 68 and the profile detector 61 which has the two-dimensional CCD (Charge Coupled Device) array 65 which can detect ultraviolet-rays luminous intensity. The imprint lens 68 imprints the beam cross section of the laser beam 11 in the location of the front mirror 8 on CCD array 65 front face of the profile detector 61. The profile detector 61 outputs the electrical signal according to the two-dimensional intensity distribution of the laser beam 11 irradiated by the CCD array 65 to the inspection controller 16 connected electrically. The inspection controller 16 detects a beam profile including the center of gravity of the intensity distribution of the beam cross section of a laser beam 11, its location, or intensity distribution etc. based on the electrical signal of the two-dimensional intensity distribution which the profile detector 61 outputs. And this beam profile judges whether it is in predetermined tolerance.

[0019] Divergence test equipment 19 is equipped with ND filter 63 which weakens the reinforcement of a laser beam 11, the condenser lens 64, and the divergence detector 62 which has the two-dimensional CCD array 66 which can detect ultraviolet-rays luminous intensity. A condenser lens 64 condenses a laser beam 11 on the front face of the CCD array 66. If the angle of divergence of the laser beam 11 which carries out incidence to a condenser lens 64 is in predetermined tolerance and the optical axis of a laser beam 11 is carrying out abbreviation coincidence at the predetermined optical axis at this time, the condenser lens

64 is designed so that the condensed laser beam 11 may be condensed by the predetermined location in the size in tolerance. Therefore, if the travelling direction has shifted to the optical axis even if the angle of divergence of a laser beam 11 is in predetermined tolerance, the location of the point condensed will shift from a predetermined location. Moreover, if the angle of divergence of a laser beam 11 is outside predetermined tolerance, the magnitude of the point condensed will become large. [0020] The divergence detector 62 outputs the electrical signal according to the intensity distribution of the laser beam 11 condensed on the CCD array 66 to the inspection controller 16 connected electrically. And the inspection controller 16 judges whether the angle of divergence and travelling direction of a laser beam 11 are normal from the electrical signal which the divergence detector 62 outputs based on the above criteria.

[0021] The inspection controller 16 detects the above-mentioned pulse energy, main wavelength, a beam profile, and beam divergence, for example with a predetermined time interval, respectively, and judges its normal/abnormality. What is necessary is just to set up this time interval according to an individual about each inspection item. And an inspection result including the judgment result whether these inspection items are unusual, and detection values, such as a beam profile detected with each detectors 32, 41, 61, and 62, is transmitted to the laser controller 4 connected electrically. When pulse energy has separated from the laser controller 4 from predetermined tolerance based on this inspection result, a signal is transmitted to a high voltage power supply 13, the high voltage impressed between main-electrode 5A and 5B is controlled, and it is made for pulse energy to become the predetermined range. Moreover, if the main wavelength of a laser beam 11 has separated from the predetermined range, for example, the laser controller 4 will transmit a signal to the wavelength mirror stage 28, and will carry out the rotation drive of the wavelength mirror 24 a core [a shaft perpendicular to space] among drawing 1. The include angle of the laser beam 11 which carries out incidence to a grating 23 is changed by this, and it becomes possible to store main wavelength in predetermined tolerance.

[0022] Moreover, when the beam profile has separated from the predetermined configuration, for example, four transmits a signal to the gas bulb 45 connected to the chemical cylinder 44 of the laser controllerF2, and carries out open actuation, for example, only the specified quantity supplies F2 gas to the laser chamber 2. It is possible to change the condition of discharge and to return a beam profile to a good condition by this. Or F2, Ne, and Kr may be introduced into the laser chamber 2, and the condition of discharge may be changed, and in this case, a signal is transmitted to the vacuum bulb 58, open actuation is carried out, and you may make it maintain the pressure in the laser chamber 2 at predetermined within the limits based on the signal of a pressure sensor 60 further. Moreover, it is also possible to adjust a beam profile by outputting a signal to a high voltage power supply 13 from the laser controller 4, and controlling a discharge electrode 5 and the high voltage impressed among five.

[0023] Moreover, when the travelling direction of a laser beam 11 has separated from the predetermined range among beam divergences, as for the laser controller 4, a signal is transmitted to the front mirror stage 29. And it is possible to drive the front mirror 8, to shift the include angle to the optical axis of a laser beam 11, and to correct the travelling direction of a laser beam 11 in the predetermined direction. Or the laser controller 4 transmits a signal to the wavelength mirror stage 28, makes a wavelength mirror rock perpendicularly focusing on the longitudinal direction in drawing 1, and may correct a travelling direction perpendicular to the space in drawing 1 of a laser beam 11.

[0024] Furthermore, also by the above adjustments, when neither beam divergence nor a beam profile returns to a good condition, the laser controller 4 sends a signal to a high voltage power supply 13, and stops laser oscillation. And the laser chamber 2, the optic in the narrow-band-ized unit 20, etc. are readjusted, and beam divergence and a beam profile are returned to a good condition. At this time, the laser controller 4 is good to tell the purport which transmits a signal to the processing machine 15 and stops laser oscillation.

[0025] As explained above, according to this operation gestalt, it has beam characteristic inspection equipment 26 which inspects a beam property. thereby — the time of the oscillation of a laser beam 11 — always — a beam property — inspection — possible — a beam property — predetermined — with the shutter which detects immediately that becomes out of range, for example, does not interrupt the oscillation of a laser beam 11 or is not illustrated, a laser beam 11 can be interrupted and processing can be stopped. therefore, the case where this laser beam 11 is used for processing etc. — a beam property — predetermined — laser oscillation is not performed become out of range, and generating of poor processing decreases. Furthermore, he is trying to inspect at least one of the beam divergence of a laser beam 11, and beam profiles as a beam property to inspect. That is, if beam divergence and a beam profile are confused, since processing will tend to become a defect, it is possible by inspecting these to prevent the defect of processing.

[0026] Moreover, the laser controller 4 controls the beam property control means of the wavelength mirror stage 28 or gas bulb 45 grade, and he is trying to correct a beam profile and beam divergence to tolerance based on the inspection result of beam characteristic inspection equipment 26 according to this operation gestalt. Thereby, laser oscillation is possible in the condition that a beam profile or beam divergence is always in tolerance, and the defect incidence rate of processing becomes low. Furthermore, since excimer laser equipment 1 is oscillated in the always good condition, without stopping laser oscillation, the operating ratio increases.

[0027] The flat-surface sectional view of the excimer laser equipment applied to the 2nd operation gestalt at drawing 4 is shown. In drawing 4, the compensator 17 for amending the beam profile and beam divergence of a laser beam 11 ahead of the front mirror 8 of excimer laser equipment 1 is installed. The compensator 17 is equipped with two or more lenses 67. And when the medial axis of this compensator 17 is doubled with the optical axis of a laser beam 11, it is set up so that outgoing radiation of the laser beam 11 of the same beam profile as the laser beam 11 which carried out incidence, and beam divergence may be carried out. By the motor 38, each correcting lens 67 of a compensator 17 is driven, respectively, and is freely movable to the direction of an optical axis of a laser beam 11, and this and a perpendicular direction. Moreover, it is carried on the amendment stage 37 freely movable in a perpendicular direction and the direction of a gate over an optical axis, and to an optical axis, it moves perpendicularly or a compensator 17 can lean a compensator 17 to an optical axis. It connects with the laser controller 4 electrically, respectively, and a motor 38 and the amendment stage 37 are driven according to the directions.

[0028] From said inspection controller 16, the laser controller 4 will transmit a signal to a motor 38 based on the inspection result, if a beam profile receives the judgment result of being unusual, for example. And a correcting lens 67 is moved and a beam profile is changed, and it corrects so that this may return to normal. Moreover, if beam divergence receives the judgment result of being unusual, for example, based on the inspection result, a signal will be transmitted to the amendment stage 37. And a compensator 17 is moved to an optical axis, and beam divergence is corrected so that it may return to normal. In addition, the procedure of the above-mentioned correction is an example, and if it does in this way, it will not necessarily be restricted. Moreover, although the compensator 17 was explained as a lens group, it is not restricted to this and you may have the beam homogenizer which equalizes a laser beam 11 using the diffraction grating of a transparency mold. Moreover, it has the window

which penetrates a laser beam 11 with high permeability, the include angle to the optical axis of the laser beam 11 of this window is changed, and you may make it change the travelling direction of a laser beam 11. Or it has a spatial filter, a fly eye lens, etc. using a pinhole, and you may make it operate the beam profile of a laser beam 11 orthopedically.

[0029] As explained above, according to this operation gestalt, it has the compensator 17 as a beam property control means of beam divergence or a beam profile which amends either at least. It becomes easy to amend the beam divergence or the beam profile of a laser beam 11 by forming separately the compensator 17 which controls such a beam property. Furthermore, since it has prepared after a laser beam 11 carries out outgoing radiation of the compensator 17 from the front mirror 8, the effect which a compensator 17 has on pulse energy, main wavelength, etc. of a laser beam 11 is small. Therefore, it is possible to return beam divergence or a beam profile to normal, without fluctuating these.

[0030] In addition, although it was made to prepare with this operation gestalt after the laser beam 11 carried out outgoing radiation of the compensator 17, it is not restricted to this. For example, you may prepare between the front mirror 8 and the laser chamber 2, and may prepare in the narrow-band-ized unit 20. However, the way established in the side like this operation gestalt after the laser beam 11 carried out outgoing radiation from the front mirror 8 can make small fluctuation of the pulse energy of a laser beam 11, main wavelength, etc., can control a beam property, and is more suitable.

[0031] Moreover, although explanation of each above-mentioned operation gestalt explained that a direct signal was sent and driven from the laser controller 4 to the beam property control means of the wavelength mirror stage 28 or compensator 17 grade, it is not restricted to this. For example, it may have the wavelength controller which controls main wavelength, the power controller which controls the power of a laser beam 11, and a beam property control means may be driven from there. Moreover, although each above-mentioned operation gestalt explained that a beam property was judged only at the inspection time, it is good to be made to judge time stability of a beam property. That is, even if the travelling direction of the laser beam 11 in each inspection time is in tolerance, for example, a case when inspection is continued over time amount over a long period of time, so that a travelling direction may change is too judged with the outside of tolerance. In connection with this, it becomes possible by correcting a beam property by the beam property control means to acquire a suitable beam property to processing further. It is [judgment / about such stability] the same about the angle of divergence of a laser beam 11, and other beam properties, such as a beam profile.

[0032] Moreover, with each above-mentioned operation gestalt, as a beam property, although only beam divergence and a beam profile were explained, a laser beam 11 may prepare the test equipment which inspects PAL SUDEYURESHON which shows the width of face of the time amount which carries out a pulse oscillation, for example. Moreover, the test equipment which inspects other beam properties relevant to processing may be prepared in others. Moreover, the wavelength of this invention of a laser beam 11 is effective also to the laser equipment which is not restricted to the narrow-band-ized laser equipment, and does not perform narrow-band-ization. Furthermore, although only excimer laser equipment was explained, it can carry out similarly about F2 laser.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPJ are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The flat-surface sectional view of the excimer laser equipment concerning the 1st operation gestalt.

[Drawing 2] The block diagram of a monitoring device.

[Drawing 3] The block diagram of beam characteristic inspection equipment.

[Drawing 4] The flat-surface sectional view of the excimer laser equipment concerning the 2nd operation gestalt.

[Drawing 5] The side elevation of the excimer laser equipment concerning the conventional technique.

[Description of Notations]

Excimer laser, a 2:laser chamber, 4 : 1: A laser controller, 5 : A discharge electrode, 7, 9:window, 8:front mirror, 11:laser beam, 12 : A beam splitter, 13:high voltage power supply, 15:processing machine, 16:inspection controller, 17 : A compensator, 18:profile test equipment, 19:divergence test equipment, 20: A narrow-band-ized unit, 22:prism, 23 : A grating, 24: A wavelength mirror, 26:beam characteristic inspection equipment, 27 : A monitoring device, 28: A wavelength mirror stage, 29:front mirror stage, 30 : Wavelength test equipment, 32: A wavelength detector, 33:monitor etalon, 35:projection lens, 37 : A gate stage, 38 : A motor, a 39:laser case, 40:power detection equipment, 41:power detector, 44 : A chemical cylinder, 45:gas bulb, 46:gas piping, 47:diffusion plate, 48: Test equipment installation space, a 49:reflective mirror, 50:standing ways, 57 : A vacuum pump, 58: A vacuum bulb, 59:vacuum piping, 60:pressure sensor, 61 : A profile detector, 62: A divergence detector, 63:ND filter, 64:condenser lens, a 65:CCD array, a 66:CCD array, 67:correcting lens, 68:imprint lens, 69:criteria light source, 70: Shutter.

[Translation done.]

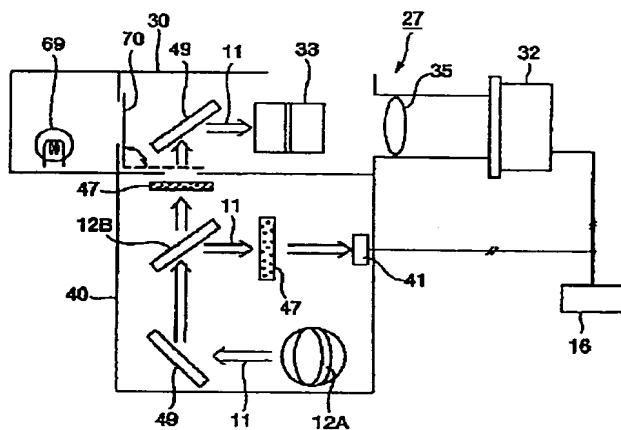
* NOTICES *

JPO and NCIPJ are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

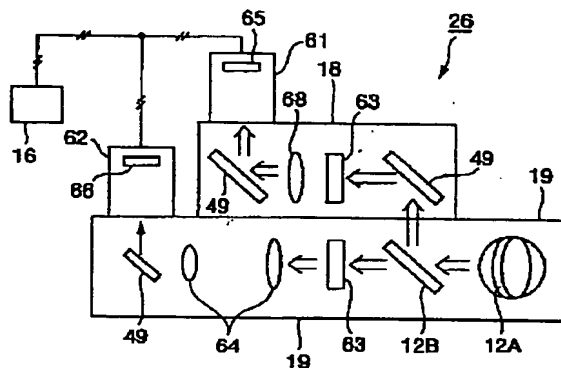
DRAWINGS

モニタ装置の構成図



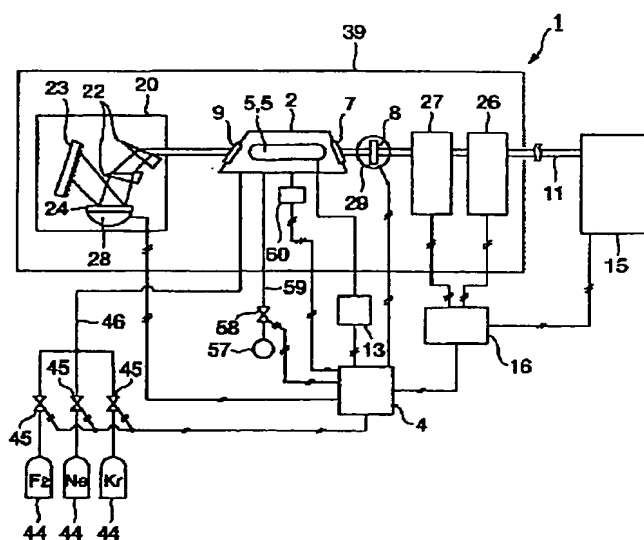
[Drawing 2]

ビーム特性検査装置の構成図



[Drawing 3]

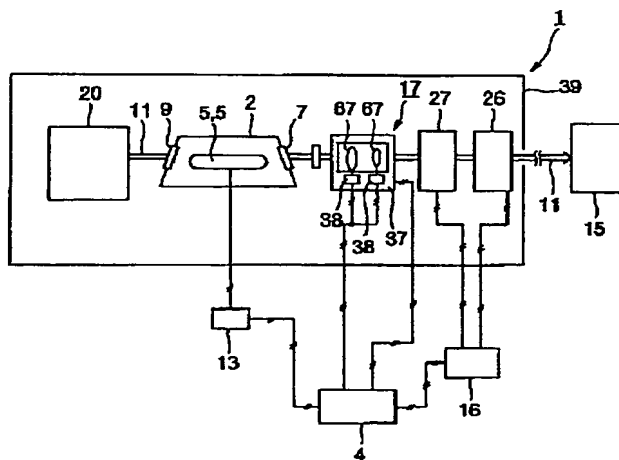
第1実施形態に係るエキシマレーザー装置の平面断面図



- 1: レーザ装置
 11: レーザ光
 28: ビーム特性検査装置
 27: モニタ装置

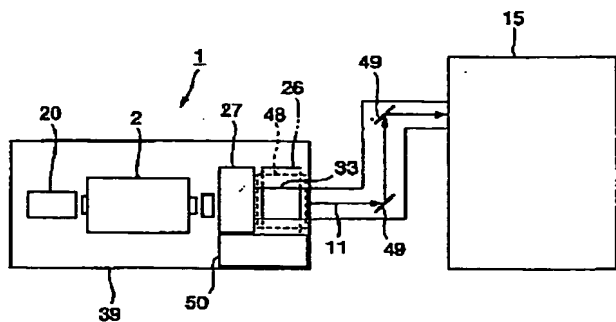
[Drawing 1]

第2実施形態に係るエキシマレーザー装置の平面断面図



[Drawing 4]

従来技術に係るエキシマレーザー装置の側面図



[Drawing 5]

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-332793

(P2001-332793A)

(43) 公開日 平成13年11月30日 (2001. 11. 30)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 S 3/139

H 0 1 S 3/139

5 F 0 7 1

3/225

3/223

E 5 F 0 7 2

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-150874 (P2000-150874)

(22) 出願日 平成12年 5 月23日 (2000. 5. 23)

(71) 出願人 000001236

株式会社小松製作所

東京都港区赤坂二丁目 3 番 6 号

(72) 発明者 坂野 晃一

栃木県小山市横倉新田400 株式会社小松
製作所小山工場内

(72) 発明者 中池 孝昇

栃木県小山市横倉新田400 株式会社小松
製作所小山工場内

F ターム(参考) 5F071 AA06 HH02 JJ05

5F072 AA06 HH02 HH09 JJ05 KK05

KK07 KK15 MM16 RR05 YY06

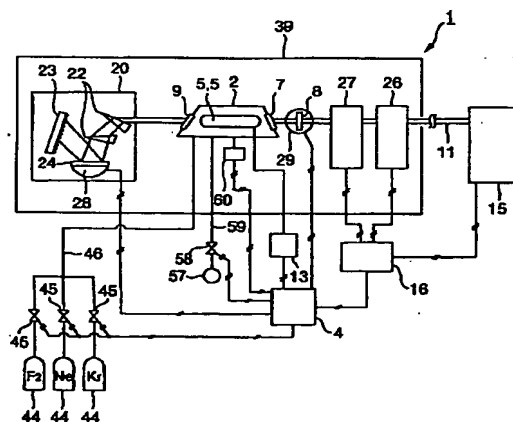
(54) 【発明の名称】 レーザ装置

(57) 【要約】

【課題】 常にビーム特性の乱れを検知し、加工を良好に保つことの可能なレーザ装置を提供する。

【解決手段】 レーザ光(11)のビーム特性を検査するビーム特性検査装置(26)を備え、前記ビーム特性がビームプロファイル及びビームダイバージェンスのうち少なくとも1つであり、前記検査結果に基づき、レーザ光(11)のビーム特性を許容範囲内に戻すように制御するビーム特性制御手段(17, 28, 29)を備えたことを特徴とするレーザ装置であって、これによってレーザ光(11)を光源とした加工を良好に行なうことが可能となっている。

第1実施形態に係るエキシマレーザ装置の平面断面図



1: レーザ装置
11: レーザ光
26: ビーム特性検査装置
27: モニタ装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 レーザ光(11)のビーム特性を検査するビーム特性検査装置(26)を備えたことを特徴とするレーザ装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載のレーザ装置において、前記ビーム特性が、ビームプロファイル及びビームダイバージェンスのうち、少なくとも 1 つであることを特徴とするレーザ装置。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 記載のレーザ装置において、前記検査結果に基づき、レーザ光(11)のビーム特性を許容範囲内に戻すように制御するビーム特性制御手段(17, 28, 29)を備えたことを特徴とするレーザ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レーザ光のビーム特性を検査する検査装置を備えたレーザ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来から、エキシマレーザ装置から発振するレーザ光の特性を検査する検査装置が知られており、例えば特開平 11-201869 号公報に示されている。図 5 は、同公報に開示されたエキシマレーザ装置を表している。

【0003】図 5 においてエキシマレーザ装置 1 は、エキシマレーザ装置 1 を圍繞するレーザ筐体 39 と、その内部にレーザガス等のレーザ媒質を封止したレーザチャンバ 2 とを備え、レーザチャンバ 2 の内部で放電を起こしてレーザ光 11 を発振する。エキシマレーザ装置 1 から発振したレーザ光 11 は、反射ミラー 49 等を経てステップ等の加工機 15 に入射し、例えば、半導体の回路パターンを露光するための加工用光源として使用される。

【0004】レーザチャンバ 2 の前方(図 5 中右方)には、固定台 50 と、固定台 50 の上部に常設されたモニタ装置 27 とが設置されている。モニタ装置 27 の前方には、検査装置設置空間 48 が設けられており、この検査装置設置空間 48 にビーム特性を検査するビーム特性検査装置 26 を脱着自在に取り付けられるようになっている。モニタ装置 27 は、例えばレーザ光 11 のパルス発振ごとのエネルギーを示すパルスエネルギーや、レーザ光 11 の線幅と中心波長からなる波長特性等の、常に監視しなければならない監視項目を計測するための計測器を備えている。そして、常にこれらの監視項目を計測し、レーザ光 11 が適切に発振するようにしている。

【0005】またビーム特性検査装置 26 は、レーザ光 11 のビーム断面の強度分布を示すビームプロファイルやビームの発散角及び進行方向を示すビームダイバージェンス等の、さまざまなビーム特性を計測するための計測器を備えている。そして、例えばエキシマレーザ装置 1 の出荷時、定期点検や修理などのメンテナンス時、或

いは加工に異常が起きた時等に、このビーム特性検査装置 26 を検査装置設置空間 48 に取りつけて、前記検査項目に関する検査を行なっている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記従来技術には、次に述べるような問題がある。即ち、近年の半導体の高集積化に伴い、加工用光源であるレーザ光 11 のビームプロファイル等のわずかな乱れにより、加工の不良が生じることがあり、レーザ光 11 のビーム特性を、さらに正確に安定化する必要が生じている。ところが従来は、出荷時やメンテナンス時にのみ、ビーム特性を検査するようにしている。そのため、例えばレーザガスが劣化したりレーザチャンバ 2 が熱で歪んだりして、レーザ光 11 の発振中にビームプロファイルが乱れるような場合に、その乱れを検知することができないという問題がある。その結果、ビームプロファイルが乱れたレーザ光 11 によって加工が行なわれ、例えば被加工物の一部にレーザ光 11 が集中して加工不良が発生することがある。また、ビームの進行方向や発散角を示すビームダイバージェンスが乱れたレーザ光 11 で加工が行なわれることもある。これにより、例えば被加工物に対するレーザ光 11 の照射位置がずれ、加工不良が発生する場合がある。

【0007】本発明は、上記の問題に着目してなされたものであり、常にビーム特性の乱れを検知し、加工を良好に保つことの可能なレーザ装置を提供することを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段、作用及び効果】上記の目的を達成するために、本発明は、レーザ光のビーム特性を検査するビーム特性検査装置を備えている。これにより、レーザ光の発振時に常にビーム特性を検査可能であるので、ビーム特性が許容範囲から外れた状態で加工を行なうことがなく、加工不良の発生が少なくなる。

【0009】また本発明は、ビーム特性検査装置が検査するビーム特性が、ビームプロファイル及びビームダイバージェンスのうち、少なくとも 1 つとなっている。即ち、レーザ光の 2 次元強度分布を示すビームプロファイルと、その進行方向及び発散角を示すビームダイバージェンスとは、レーザ光を使用した加工を行なう際に、加工に最も大きく寄与するビーム特性の 1 つである。従って、これらの少なくとも一方を検査することにより、レーザ光のビーム特性が加工に好適な状態か否かを正確に判定することができる。

【0010】また本発明は、ビーム特性検査装置の検査結果に基づき、レーザ光のビーム特性を許容範囲内に戻すように制御するビーム特性制御手段を備えている。従って、ビーム特性が許容範囲から外れたとしても、レーザ発振を中断することなしにこれを比較的短時間で戻すことが可能である。これにより、常に加工に好適なビー

ム特性でレーザ光を発振させられるので、加工不良の発生が少なくなると共に、加工機の稼働率が向上する。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、図を参照しながら、本発明に係る実施形態を詳細に説明する。尚、実施形態において、前記従来技術の説明に使用した図と同一の要素には同一符号を付し、重複説明は省略する。

【0012】まず、第1実施形態を説明する。図1は、本実施形態に係るエキシマレーザ装置の断面図を示している。図1において、エキシマレーザ装置1は、エキシマレーザ装置1を囲繞するレーザ筐体39と、その内部にレーザガス等のレーザ媒質を封止したレーザチャンバ2と、レーザ光11の発振を制御するレーザコントローラ4とを備えている。レーザチャンバ2には、レーザガスの供給用に、例えばネオン(Ne)、クリプトン(Kr)、及びネオンで希釈されたフッ素(F₂)のガスボンベ44が、それぞれガス配管46を介して接続されている。ガス配管46の途中には、電気的に接続されたレーザコントローラ4の指示に基づいて開閉自在の電磁式

のガスバルブ45が介装され、レーザガスの供給をコントロールしている。また、レーザチャンバ2には、電気的に接続されたレーザコントローラ4にレーザチャンバ2内の圧力に基づく信号を送信する、圧力検出器60が接続されている。また、レーザチャンバ2には、真空ポンプ57が真空配管59を介して接続されている。真空配管59には、電気的に接続されたレーザコントローラ4の指示に基づいて開閉自在の、電磁式の真空バルブ58が介装されている。

【0013】レーザチャンバ2の内部には放電電極5、5が図1中紙面と垂直方向に対向して配置されている。この放電電極5、5間に、電気的に接続されたレーザコントローラ4の指示に基づいて高圧電源13から高電圧を印加して放電を行ない、レーザ媒質を励起してレーザ光11を発生させる。発生したレーザ光11は、後方(図1中左方)に配置された狭帯域化ユニット20に入射する。そして、その内部に配置されたプリズム22によってビーム幅を広げられ、波長ミラー24に反射されて、グレーティング23等の波長狭帯域化素子によってスペクトル幅を狭められ、中心波長を安定化(これらを総称して、狭帯域化と言う)される。波長ミラー24は、波長ミラーステージ28上に搭載されている。波長ミラーステージ28は、電気的に接続されたレーザコントローラ4の出力信号に基づいて、図1中紙面と垂直な軸を中心に回転自在に駆動される。これにより、グレーティング23に入射するレーザ光11の角度を変更して、中心波長を制御可能としている。さらに波長ミラーステージ28は、レーザコントローラ4の出力信号に基づいて、図1中左右方向を中心として揺動自在に駆動される。

【0014】狭帯域化されたレーザ光11は、ウィンド

ウ7、9、及びフロントミラー8を通過してレーザチャンバ2の前方に出射する。このとき、フロントミラー8は、フロントミラーステージ29上に搭載されている。フロントミラーステージ29は、電気的に接続されたレーザコントローラ4の出力信号に基づいて駆動され、フロントミラー8の、レーザ光11の光軸に対する角度を調整自在となっている。レーザチャンバ2の前方には、レーザ光11のバルス発振ごとのエネルギーを表すパルスエネルギーを検査するパワー検出装置と、レーザ光11の線幅及び中心波長からなる波長特性を検査する波長検査装置とを備えた、モニタ装置27が設置されている。さらにモニタ装置27の前方には、レーザ光11のビーム断面の強度分布を表すビームプロファイルを検査するプロファイル検査装置と、レーザ光11の発散角及び進行方向を表すビームダイバージェンスを検査するダイバージェンス検査装置とを備えた、ビーム特性検査装置26が設置されている。モニタ装置27及びビーム特性検査装置26を出射したレーザ光11は、図示しない光学部品を介して加工機15に入射し、加工用光源となる。

【0015】図2に、モニタ装置27の構成図を示す。図2中紙面と垂直に手前側からモニタ装置27に入射したレーザ光11は、第1のビームスプリッタ12Aによってその一部を取り出される。取り出されたレーザ光11は、第2のビームスプリッタ12Bによってパワー検出装置40及び波長検査装置30に分割され、それぞれパルスエネルギー及び中心波長をそれぞれ検査される。パワー検出装置40は、拡散板47と、入力したレーザ光11の出力に応じた電気信号を電気的に接続された検査コントローラ16に出力するパワー検出器41とを備えている。検査コントローラ16は、パワー検出器41の出力する電気信号に基づいてレーザ光11のパルスエネルギーを検出し、その値が正常か否かを判定する。

【0016】また、波長検査装置30は、レーザ光11の中心波長に応じた半径の干渉縞を生成するモニタエタロン33と、この干渉縞を波長検出器32上に投影する投影レンズ35と、集光された干渉縞の半径を検出してこの半径に基づく電気信号を電気的に接続された検査コントローラ16に出力する波長検出器32とを備えている。検査コントローラ16は、波長検出器32の出力する電気信号に基づいてレーザ光11の中心波長を検出し、その値が正常か否かを判定する。尚、図2及び次の図3中、49は、レーザ光11の方向を変化させるための反射ミラー49である。さらに波長検査装置30は、水銀同位体ランプ等の、波長が既知で安定した基準光を発する光源を、中心波長検出のための基準光源69として備えている。これにより、モニタエタロン33の分光特性が温度等の環境で変動した場合に、基準光の干渉縞とレーザ光11の干渉縞との差を検出することで、レーザ光11の中心波長を正確に検出することができる。基

準光源70の前方にはシャッタ70が配置され、基準光又はレーザ光11のいずれか一方を、モニタエタロン33へ入射させるようにしている。

【0017】図3に、ビーム特性検査装置26の構成図を示す。ビーム特性検査装置26に入射したレーザ光11は、第1のビームスプリッタ12Aによってその一部を取り出される。そして取り出されたレーザ光11は、第2のビームスプリッタ12Bによってプロファイル検査装置18及びダイバージェンス検査装置19に分割され、ここでビームプロファイル及びビームダイバージェンスをそれぞれ検査される。

【0018】プロファイル検査装置18は、転写レンズ68と、紫外線光の強度を検出可能な2次元のCCD(Charge Coupled Device)アレイ65を有するプロファイル検出器61とを備えている。転写レンズ68は、フロントミラー8の位置におけるレーザ光11のビーム断面を、プロファイル検出器61のCCDアレイ65表面に転写する。プロファイル検出器61は、CCDアレイ65に照射されたレーザ光11の2次元強度分布に応じた電気信号を、電氣的に接続された検査コントローラ16に出力する。検査コントローラ16は、プロファイル検出器61の出力する2次元強度分布の電気信号に基づき、レーザ光11のビーム断面の強度分布、その位置、或いは強度分布の重心等を含んだビームプロファイルを検出する。そして、このビームプロファイルが、所定の許容範囲内にあるか否かを判定する。

【0019】ダイバージェンス検査装置19は、レーザ光11の強度を弱めるNDフィルタ63と、集光レンズ64と、紫外線光の強度を検出可能な2次元のCCDアレイ66を有するダイバージェンス検出器62とを備えている。集光レンズ64は、レーザ光11を、CCDアレイ66の表面に集光する。このとき、集光レンズ64に入射するレーザ光11の発散角が所定の許容範囲内で、かつレーザ光11の光軸が所定の光軸に略一致していれば、集光されたレーザ光11が所定位置に許容範囲内のサイズで集光されるように集光レンズ64が設計されている。従って、レーザ光11の発散角が所定の許容範囲内であっても、その進行方向が光軸に対してずれていれば、集光される点の位置が所定位置からずれることになる。また、レーザ光11の発散角が所定の許容範囲外であれば、集光される点の大きさが大きくなる。

【0020】ダイバージェンス検出器62は、CCDアレイ66上に集光されたレーザ光11の強度分布に応じた電気信号を、電氣的に接続された検査コントローラ16に出力する。そして検査コントローラ16は、上記のような判定基準に基づき、ダイバージェンス検出器62の出力する電気信号から、レーザ光11の発散角及び進行方向が正常であるか否かを判定する。

【0021】検査コントローラ16は、上記パルスエネルギー、中心波長、ビームプロファイル、及びビームダ

イバージェンスを、それぞれ例えば所定の時間間隔で検出し、その正常/異常を判定する。この時間間隔は、それぞれの検査項目に関して、個別に設定すればよい。そして、これらの検査項目が異常であるか否かといった判定結果と、各検出器32、41、61、62で検出されたビームプロファイル等の検出値とを含む検査結果を、電氣的に接続されたレーザコントローラ4に送信する。レーザコントローラ4はこの検査結果に基づき、例えばパルスエネルギーが所定の許容範囲から外れていると、高圧電源13に信号を送信し、主電極5A、5B間に印加する高電圧を制御して、パルスエネルギーが所定の範囲になるようにする。また、例えばレーザ光11の中心波長が所定範囲から外れていると、レーザコントローラ4は波長ミラーステージ28に信号を送信し、波長ミラー24を、図1中、紙面と垂直な軸を中心に回転駆動する。これにより、グレーティング23に入射するレーザ光11の角度が変更され、中心波長を所定の許容範囲に収めることが可能となる。

【0022】また、例えばビームプロファイルが所定の形状から外れているような場合、レーザコントローラ4はF2のガスボンベ44に接続されたガスバルブ45に信号を送信して開作動させ、例えばF2ガスを所定量だけレーザチャンバ2に供給する。これにより、放電の状態を変更して、ビームプロファイルを良好な状態に戻すことが可能である。或いは、F2、Ne及びKrをレーザチャンバ2に導入して放電の状態を変えてもよく、さらにこの際に、真空バルブ58に信号を送信して開作動させ、圧力検出器60の信号に基づいてレーザチャンバ2内の圧力を所定範囲内に保つようにしてもよい。また、レーザコントローラ4から高圧電源13に信号を出力し、放電電極5、5間に印加する高電圧を制御することにより、ビームプロファイルを調整することも可能である。

【0023】また、ビームダイバージェンスのうち、レーザ光11の進行方向が所定範囲から外れているような場合は、レーザコントローラ4は例えばフロントミラーステージ29に信号を送信する。そして、フロントミラー8を駆動してレーザ光11の光軸に対する角度をずらし、レーザ光11の進行方向を所定方向に修正することが可能である。或いは、レーザコントローラ4は波長ミラーステージ28に信号を送信し、波長ミラーを図1中左右方向を中心として縦に揺動させて、レーザ光11の図1中紙面に垂直な進行方向を修正してもよい。

【0024】さらには、上記のような調整によっても、ビームダイバージェンスやビームプロファイルが良好な状態に戻らないような場合には、レーザコントローラ4は高圧電源13に信号を送ってレーザ発振を停止させる。そして、レーザチャンバ2や狭帯域化ユニット20内の光学部品等を再調整し、ビームダイバージェンスやビームプロファイルを良好な状態に戻すようにする。こ

10

20

30

40

50

のとき、レーザコントローラ 4 は加工機 15 に信号を送信し、レーザ発振を停止する旨を伝えるようにするのがよい。

【0025】以上説明したように本実施形態によれば、ビーム特性を検査するビーム特性検査装置 26 を備えている。これにより、レーザ光 11 の発振時に常にビーム特性を検査可能であり、ビーム特性が所定範囲外となると即座に検知し、例えばレーザ光 11 の発振を中断したり図示しないシャッタによってレーザ光 11 を遮って、加工を中止することができる。従って、このレーザ光 11 を加工に使用した場合などに、ビーム特性が所定範囲外となったままでレーザ発振を行なうことがなく、加工不良の発生が少なくなる。さらに、検査するビーム特性として、レーザ光 11 のビームダイバージェンス及びビームプロファイルのうち、少なくとも 1 つを検査するようにしている。即ち、ビームダイバージェンス及びビームプロファイルが乱れると、加工が不良になりやすいため、これらを検査することにより、加工の不良を防止することが可能である。

【0026】また本実施形態によれば、ビーム特性検査装置 26 の検査結果に基づき、レーザコントローラ 4 が波長ミラーステージ 28 やガスバルブ 45 等のビーム特性制御手段を制御して、ビームプロファイルやビームダイバージェンスを許容範囲に修正するようにしている。これにより、ビームプロファイル又はビームダイバージェンスが常に許容範囲内にある状態でレーザ発振が可能であり、加工の不良発生率が低くなる。さらに、レーザ発振を止めることなく、エキシマレーザ装置 1 を常に良好な状態で発振させられるので、その稼働率が増加する。

【0027】図 4 に、第 2 実施形態に係るエキシマレーザ装置の平面断面図を示す。図 4 において、エキシマレーザ装置 1 のフロントミラー 8 の前方には、レーザ光 11 のビームプロファイルやビームダイバージェンスを補正するための補正装置 17 が設置されている。補正装置 17 は、例えば複数のレンズ 67 を備えている。そして、この補正装置 17 の中心軸をレーザ光 11 の光軸に合わせた場合には、入射したレーザ光 11 と同じビームプロファイル及びビームダイバージェンスのレーザ光 11 を出射するように設定されている。補正装置 17 の各補正レンズ 67 は、モータ 38 によってそれぞれ駆動され、レーザ光 11 の光軸方向及びこれと垂直方向に移動自在となっている。また補正装置 17 は、垂直方向及び光軸に対するあおり方向に移動自在な補正ステージ 37 上に搭載され、補正装置 17 を光軸に対して垂直方向に移動したり、光軸に対して傾けたりすることが可能となっている。モータ 38 及び補正ステージ 37 は、それぞれレーザコントローラ 4 に電氣的に接続され、その指示に従って駆動する。

【0028】レーザコントローラ 4 は、前記検査コン

ローラ 16 から、例えばビームプロファイルが異常であるという判定結果を受信すると、その検査結果に基づいて、例えばモータ 38 に信号を送信する。そして、補正レンズ 67 を移動させてビームプロファイルを変更し、これが正常に戻るように修正する。また、例えばビームダイバージェンスが異常であるという判定結果を受信すると、その検査結果に基づいて補正ステージ 37 に信号を送信する。そして、補正装置 17 を光軸に対して移動させ、ビームダイバージェンスを正常に戻るように修正する。尚、上記の修正の手順は一例であり、必ずしもこのようにすると限られるものではない。また、補正装置 17 をレンズ群として説明したが、これに限られるものではなく、例えば透過型の回折格子を用いてレーザ光 11 を均一化するビームホモジナイザを備えていてもよい。また、レーザ光 11 を高透過率で透過するウィンドウを備え、このウィンドウのレーザ光 11 の光軸に対する角度を変えて、レーザ光 11 の進行方向を変えるようにしてもよい。或いは、ピンホールを用いたスペイシャルフィルタやフライアイレンズ等を備え、レーザ光 11 のビームプロファイルを整形するようにしてもよい。

【0029】以上説明したように本実施形態によれば、ビームダイバージェンス又はビームプロファイルの少なくともいずれか一方を補正するビーム特性制御手段として、補正装置 17 を備えている。このような、ビーム特性を制御する補正装置 17 を別途設けることにより、レーザ光 11 のビームダイバージェンス又はビームプロファイルを補正するのが容易となる。さらに、補正装置 17 をレーザ光 11 がフロントミラー 8 から出射した後に設けているので、補正装置 17 がレーザ光 11 のパルスエネルギーや中心波長等に与える影響が小さい。従って、これらを変動させることなく、ビームダイバージェンス又はビームプロファイルを正常に戻すことが可能である。

【0030】尚、本実施形態では、補正装置 17 をレーザ光 11 が出射した後に設けるようにしたが、これに限られるものではない。例えば、フロントミラー 8 とレーザチャンバ 2 の間に設けてもよく、狭帯域化ユニット 20 内に設けてもよい。しかしながら、本実施形態のように、フロントミラー 8 からレーザ光 11 が出射した後側に設けたほうが、レーザ光 11 のパルスエネルギーや中心波長等の変動を小さくしてビーム特性を制御することができ、より好適である。

【0031】また、上記各実施形態の説明では、レーザコントローラ 4 から波長ミラーステージ 28 や補正装置 17 等のビーム特性制御手段に直接信号を送って駆動するように説明したが、これに限られるものではない。例えば、中心波長をコントロールする波長コントローラや、レーザ光 11 のパワーをコントロールするパワーコントローラ等を備え、そこからビーム特性制御手段を駆動してもよい。また、上記各実施形態では、検査時点の

みにおいてビーム特性を判定するように説明したが、ビーム特性の時間的な安定性についても判定を行なうようにするのがよい。即ち、例えばそれぞれの検査時点でのレーザ光11の進行方向が許容範囲内にあっても、長期時間にわたって検査を続けた場合に進行方向が変化するような場合については、やはり許容範囲外と判定する。これに伴い、ビーム特性制御手段によってビーム特性を修正することにより、さらに加工に対して好適なビーム特性を得ることが可能となる。このような安定性に関する判定については、レーザ光11の発散角や、ビームプロファイル等の、他のビーム特性についても同様である。

【0032】また、上記各実施形態では、ビーム特性として、ビームダイバージェンス及びビームプロファイルについてのみ説明したが、例えばレーザ光11がパルス発振する時間の幅を示すパルスデュレーションを検査する検査装置を設けてもよい。また、他にも、加工に関連する他のビーム特性を検査する検査装置を設けてもよい。また本発明は、レーザ光11の波長が狭帯域化されたレーザ装置に限られるものではなく、狭帯域化を行なわないレーザ装置に対しても有効である。さらに、エキシマレーザ装置のみについて説明したが、F2レーザについても同様に実施可能である。

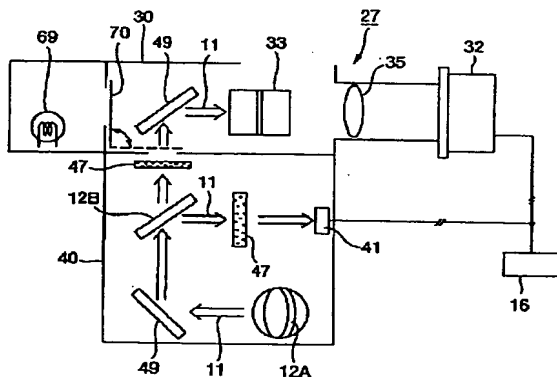
【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施形態に係るエキシマレーザ装置の平面断面図。

【図2】モニタ装置の構成図。

【図2】

モニタ装置の構成図



*【図3】ビーム特性検査装置の構成図。

【図4】第2実施形態に係るエキシマレーザ装置の平面断面図。

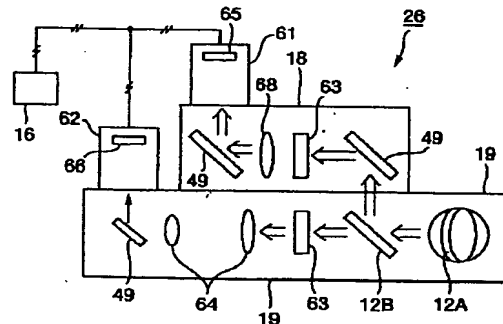
【図5】従来技術に係るエキシマレーザ装置の側面図。

【符号の説明】

1：エキシマレーザ、2：レーザチャンバ、4：レーザコントローラ、5：放電電極、7、9：ウィンドウ、8：フロントミラー、11：レーザ光、12：ビームスプリッタ、13：高圧電源、15：加工機、16：検査コントローラ、17：補正装置、18：プロファイル検査装置、19：ダイバージェンス検査装置、20：狭帯域化ユニット、22：プリズム、23：グレーティング、24：波長ミラー、26：ビーム特性検査装置、27：モニタ装置、28：波長ミラーステージ、29：フロントミラーステージ、30：波長検査装置、32：波長検出器、33：モニタエタロン、35：投影レンズ、37：あおりステージ、38：モータ、39：レーザ筐体、40：パワー検出装置、41：パワー検出器、44：ガスポンプ、45：ガスバルブ、46：ガス配管、47：拡散板、48：検査装置設置空間、49：反射ミラー、50：固定台、57：真空ポンプ、58：真空バルブ、59：真空配管、60：圧力検出器、61：プロファイル検出器、62：ダイバージェンス検出器、63：NDフィルタ、64：集光レンズ、65：CCDアレイ、66：CCDアレイ、67：補正レンズ、68：転写レンズ、69：基準光源、70：シャッタ。

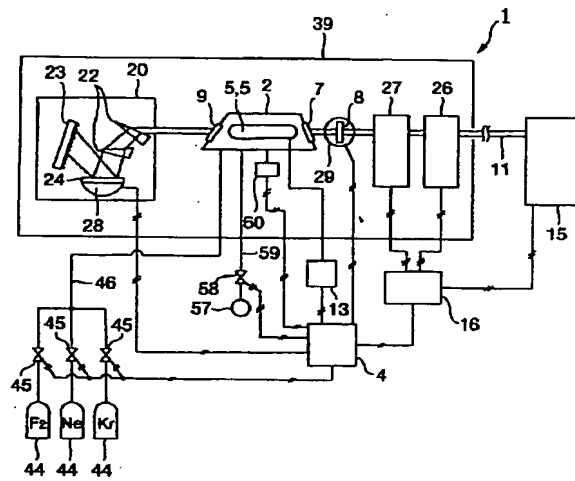
【図3】

ビーム特性検査装置の構成図



【図1】

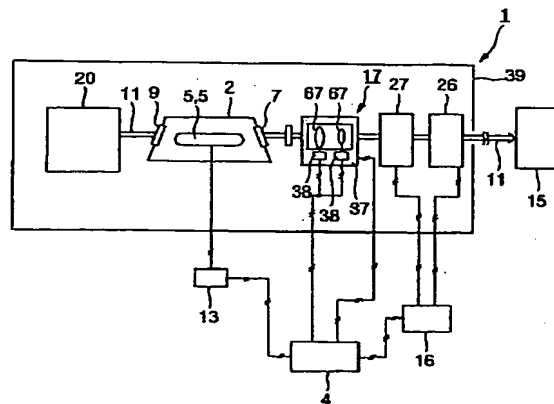
第1実施形態に係るエキシマレーザ装置の平面断面図



- 1: レーザ装置
 11: レーザ光
 26: ビーム特性検査装置
 27: モニタ装置

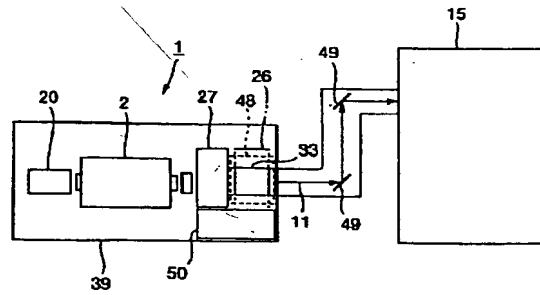
【図4】

第2実施形態に係るエキシマレーザ装置の平面断面図



【図5】

従来技術に係るエキシマレーザ装置の側面図



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.